(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105318396 A
(43)申请公布日 2016.02.10

(21)申请号 201510808024.4

(22)申请日 2015.11.20

(71)申请人 北京工业大学
地址 100124 北京市朝阳区平乐园100号

(72)发明人 刘忠宝 赵丹峰 李骜 郭领波

(74)专利代理机构 北京思海天达知识产权代理有限公司 11203
代理人 沈波

(51)Int.Cl.
F24D 3/18(2006.01)
F25B 27/00(2006.01)
F25B 41/04(2006.01)
F25B 41/06(2006.01)

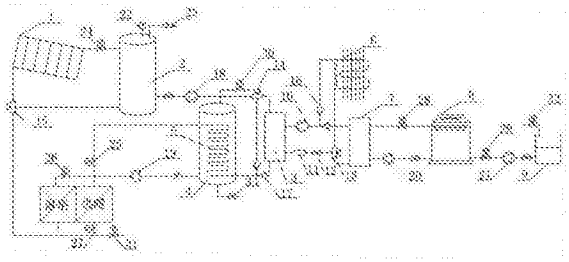
权利要求书2页 说明书5页 附图6页

(54)发明名称

太阳能空气源低凝固点蓄能溶液塔三热源无霜热泵系统

(57)摘要

太阳能空气源低凝固点蓄能溶液塔三热源无霜热泵系统，该系统利用太阳能，空气源热泵以及低凝固点蓄能溶液塔等多种集热形式进行供暖并提供洗浴热水，该系统包括太阳能集热系统、空气源热泵系统、低凝固点蓄能溶液塔系统；在冬季日间太阳光不充足，外界环境温度不低于-5℃的工况下采用太阳能、空气源热泵供热的运行方式；低凝固点溶液塔能源系统的循环通过溶液循环泵C驱动，通过电磁阀E来控制通过板式换热器的溶液循环量，溶液通过低凝固点蓄能溶液塔顶部喷淋吸收空气中的热量，由于溶液的冻点很低因此可在室外环境温度很低的工况下集热，利用低凝固点蓄能溶液塔系统实现了系统在低温工况下的高效供暖。



CN 105318396 A

1. 太阳能空气源低凝固点蓄能溶液塔三热源无霜热泵系统，其特征在于：该系统包括太阳能集热系统、空气源热泵系统、低凝固点蓄能溶液塔系统；

所述空气源热泵系统包括板式换热器 (3)，风冷蒸发器 (6)，板式换热器 (7)，压缩机 (10)，干燥过滤器 (11)，节流装置 (12)，三通换向阀 A(13)，单向阀组 A(16)；其中，压缩机 (10) 的高压出口通过管道与板式换热器 (3) 的一个管口相连，板式换热器 (3) 的另一个管口通过管道与干燥过滤器 (11) 相连，干燥过滤器 (11) 的另一端出口与节流装置 (12) 连接，节流装置 (12) 的出口与三通换向阀 A(13) 相连，三通换向阀 A(13) 的两个出口通过管路分别连接板式换热器 (7) 和风冷换热器 (6) 的入口，板式换热器 (7) 和风冷换热器 (6) 的出口连接单向阀组 A(16)，单向阀组 A(16) 的出口与压缩机的低压端入口相连，构成空气源热泵系统；

供暖系统的用户供水设备包含在太阳能集热系统中，所述太阳能集热系统包括太阳能集热器 (1)，太阳能热水罐 (2)，板式换热器 (3)，淋浴水罐 (4)，加热盘管 (5)，循环水泵 A(18)、循环水泵 B(19)；太阳能集热器 (1) 采用真空集热管结构，其出口与太阳能热水罐 (2) 相连的管路上设置有电磁阀 A(24)，用以控制太阳能集热器中水量；太阳能热水罐 (2) 中的热水用加热于淋浴用热水并为房间供暖，循环水泵 A(18) 与太阳能热水罐 (2) 相连为驱动太阳能热水罐 (2) 中的热水提供动力；三通换向阀 B(14) 通过管路将循环水泵 A(18) 和板式换热器 (3) 水侧入口管相连，三通换向阀 B(14) 与连接板式换热器 (3)、单向阀组 B(17) 共同作用实现供暖系统在太阳能单独供热和热泵太阳能复合供热两种运行方式间切换；循环水泵 B(19) 与淋浴水罐 (4) 用于为驱动淋浴热水提供动力；电磁阀 B(25) 的入口通过管道与淋浴水罐 (4) 中的加热盘管 (5) 的出口相连，电磁阀 B(25) 的出口通过管道与房间供暖设备入口相连，电磁阀 D(27) 的入口通过管路与房间供暖设备出口相连，其出口通过系统循环管路与三通换向阀 B(15) 的入口相连，电磁阀 B(25) 和电磁阀 D(27) 用来控制用户端供暖热水的水量，电磁阀 C(26) 用来控制淋浴供水的水量，电磁阀 H(31) 用于用户端房间供暖设备维修时排水使用；管线中的三通换向阀 C(15) 连接太阳能集热器 (1) 和太阳能热水罐 (2) 底部入口，其作用是将太阳能集热器短路，实现各工况下通过热泵系统单独供热的运行模式；

所述低凝固点蓄能溶液塔系统包括低凝固点蓄能溶液塔 (8)，补水箱 (9) 以及溶液循环泵 (20) 和溶液补水泵 (21)；低凝固点蓄能溶液塔 (8) 通过溶液补水泵 (21) 与补水箱 (9) 相连，溶液补水泵 (21) 用以为低凝固点蓄能溶液塔 (8) 提供动力，补水过程的补水量通过电磁阀 F(29) 控制；补水箱 (9) 上方设置有与自来水管相连的加水电磁阀 I(32) 用于向补水箱 (9) 中加水；溶液循环泵 (20) 为驱动溶液在低凝固点蓄能溶液塔 (8) 和板式换热器 (7) 之间循环提供动力，电磁阀 E(28) 用来控制循环过程中溶液的水量。

2. 根据权利要求 1 所述的太阳能空气源低凝固点蓄能溶液塔三热源无霜热泵系统，其特征在于：压缩机 (10) 压缩制冷剂气体，并为制冷剂循环提供动力，干燥过滤器 (11) 起到干燥过滤制冷剂中水分和杂质保证热泵稳定运行的的作用；液态制冷剂在风冷蒸发器 (6) 中蒸发吸收外接空气中的热量，并通过板式换热器 (3) 将吸收的热量传递给用户端热水，实现供暖的目的。

3. 根据权利要求 1 所述的太阳能空气源低凝固点蓄能溶液塔三热源无霜热泵系统，其特征在于：所述空气源热泵系统中的三通换向阀 A(13)，单向阀组 A(16) 起到切换热泵集热

方式的作用，使热泵能够根据不同工况在利用风冷蒸发器 (6) 集热和利用板式换热器 (7) 通过低凝固点溶液塔集热两种不同的工作模式任意切换；热泵系统通过板式换热器 (3) 和板式换热器 (7) 分别与太阳能集热系统和低凝固点蓄能溶液塔 (8) 相连。

4. 根据权利要求 1 所述的太阳能空气源低凝固点蓄能溶液塔三热源无霜热泵系统，其特征在于：热泵系统中的板式换热器 (3) 采用铝合金材料，其中通过制冷剂和供暖热水，制冷剂在板式换热器 (3) 冷凝放热，实现加热热水的作用；板式换热器 (7) 采用特质防腐蚀材料制成，其中通过低压制冷剂液体和来自低凝固点蓄能溶液塔的溶液，通过低压制冷剂蒸发吸收溶液中的热量，实现从低凝固点溶液塔中集热的运行模式。

5. 根据权利要求 1 所述的太阳能空气源低凝固点蓄能溶液塔三热源无霜热泵系统，其特征在于：太阳能热水罐 (2) 上安装有压力表 (22) 和安全减压阀 (23)，其作用分别是显示太阳能热水罐 (2) 中的压力和保证其中压力不超过热水罐安全压力。

6. 根据权利要求 1 所述的太阳能空气源低凝固点蓄能溶液塔三热源无霜热泵系统，其特征在于：淋浴水罐 (4) 中放置有加热盘管 (5)，其上部设置有与自来水管相连的加水电磁阀 (30) 实现向罐中加水的功能；加热盘管 (5) 中通过来自太阳能热水罐 (2) 中的供暖用热水，通过加热盘管 (5) 的换热实现对淋浴水罐 (4) 中的水加热的作用；淋浴水罐 (4) 的底部设有排水阀 (33)。

7. 根据权利要求 1 所述的太阳能空气源低凝固点蓄能溶液塔三热源无霜热泵系统，其特征在于：该系统中的连接管路采用塑料 PVC 材料制成，以防止其中溶液对管路的腐蚀。

太阳能空气源低凝固点蓄能溶液塔三热源无霜热泵系统

技术领域

[0001] 本发明属于热泵设备领域，具体涉及一种利用太阳能、空气源、低凝固点蓄能溶液塔三种热源的无霜热泵系统。

背景技术

[0002] 如今，我国城镇的建筑面积以达到约有 88 亿 m^2，总的采暖能耗约 1.53 亿吨标煤 / 年，约占我国城镇建筑运行能耗总量的 40％，因此降低冬季采暖季节能源消耗是降低我国总体能耗的一条可行道路。

[0003] 空气源热泵是一种将低位热源的热能转移到高位热源的装置，它以空气作为热源从自然界的空气获取低品位热能，经过电力做功，将其转化为可被利用的高品位热能再向人们提供，具有以其高效、节能、环保的特点。其结构简单，使用方便，相较传统供暖方式，使用成本只有电热供暖方式的 1/4，而和传统的燃气供暖相比，不用耗用任何的煤气燃料，使用成本只是其的 1/3。同样太阳能供暖方式，作为一种利用可再生能源的新型供暖方式，其通过太阳能集热管中工质水的升温相变收集太阳光中热能，整个过程不消耗化石燃料，不排放有害气体。将空气源热泵系统和太阳能供暖系统用以替代我国传统供暖方式可以提高能源利用率，降低能耗，有效改善我国冬季供暖能耗过大问题。

[0004] 然而空气源热泵系统和太阳能集热供暖系统在具有以上优势的同时也各自具有其局限性。太阳能集热供暖系统受天气因素影响较大，只能在白天集热，供暖的时间有限和稳定系较差，当遇到连续阴雨天气时无法使用；而空气源热泵在寒冷的北方地区和高湿寒冷的南方冬季制热运行时室外翅片管换热器上会结霜。霜层会增加湿空气和翅片表面之间的导热热阻，并且加大了空气流过翅片管蒸发器的阻力，降低了空气流量；随着霜层的增厚，热泵系统制热性能将逐渐降低，严重时造成热泵系统无法工作。结霜问题是影响热泵机组冬季正常制热的主要因素，一定程度上限制了空气源热泵系统的普及应用。

[0005] 为解决空气源热泵系统结霜问题，提高热泵系统的季节和地域适应性，能源塔热泵技术由此产生。能源塔热泵技术—是通过能源塔的热交换和热泵机组作用，实现供暖、制冷以及提供热水的技术。冬天它可以利用低于冰点载体介质，高效提取冰点以下的湿球水热能，实现冰点以下低温热能向高温位转移。能源塔热泵空调系统适用于冬季气候、气象条件阴雨连绵，空气湿度大，潮湿阴冷地区。相较传统空气源热泵系统，能源塔在潮湿阴冷空气湿度大条件制热运行不会产生结霜问题，因而可稳定高效提取冰点以下的湿球水体显热能。能源塔按照供热负荷能力设计其换热面积，其冬季使月波动很小的湿球温度显热能作为热源，换热性能稳定，整个冬季机组的性能系数 COP 可达到 3.0 ～ 3.5。

[0006] 基于太阳能供热，空气源热泵供热以及能源塔供热的特点设计集三种系统优点为一体的新型供暖系统是当前供暖节能技术的一个发展方向。

发明内容

[0007] 本发明是一种新型供暖系统具体设备如图 1 中所示，其利用太阳能，空气源热泵

以及低凝固点蓄能溶液塔等多种集热形式进行供暖并提供洗浴热水，系统的主要集热装置有包括太阳能集热系统、空气源热泵系统、低凝固点蓄能溶液塔系统。

[0008] 所述空气源热泵系统包括板式换热器 3，风冷蒸发器 6，板式换热器 7，压缩机 10，干燥过滤器 11，节流装置 12，三通换向阀 A13，单向阀组 A16。其中压缩机 10 的高压出口通过管道与板式换热器 3 的一个管口相连，板式换热器 3 的另一个管口通过管道与干燥过滤器 11 相连，干燥过滤器 11 的另一端出口与节流装置 12 连接，节流装置 12 的出口与三通换向阀 A13 相连，三通换向阀 A13 的两个出口通过管路分别连接板式换热器 7 和风冷换热器 6 的入口，板式换热器 7 和风冷换热器 6 的出口连接单向阀组 A16，单向阀组 A16 的出口与压缩机的低压端入口相连，构成空气源热泵系统。

[0009] 压缩机 10 压缩制冷剂气体，并为制冷剂循环提供动力，干燥过滤器 11 起到干燥过滤制冷剂中水分和杂质保证热泵稳定运行的作用。液态制冷剂在风冷蒸发器 6 中蒸发吸收外接空气中的热量，并通过板式换热器 3 将吸收的热量传递给用户端热水，实现供暖的目的。

[0010] 所述空气源热泵系统中的三通换向阀 A13，单向阀组 A16 起到切换热泵集热方式的作用，使热泵能够根据不同工况在利用风冷蒸发器 6 集热和利用板式换热器 7 通过低凝固点溶液塔集热两种不同的工作模式任意切换。热泵系统通过板式换热器 3 和板式换热器 7 分别与太阳能集热系统和低凝固点蓄能溶液塔 8 相连。

[0011] 热泵系统中的板式换热器 3 采用铝合金材料，其中通过制冷剂和供暖热水，制冷剂在板式换热器 3 冷凝放热，实现加热热水的作用。板式换热器 7 采用特质防腐蚀材料制成，其中通过低压制冷剂液体和来自低凝固点蓄能溶液塔的溶液，通过低压制冷剂蒸发吸收溶液中的热量，实现从低凝固点溶液塔中集热的运行模式。

[0012] 供暖系统的用户供水设备包含在太阳能集热系统中，所述太阳能集热系统包括太阳能集热器 1，太阳能热水罐 2，板式换热器 3，淋浴水罐 4，加热盘管 5，循环水泵 A18、循环水泵 B19。太阳能集热器 1 采用真空集热管结构，其出口与太阳能热水罐 2 相连的管路上设置有电磁阀 A24，用以控制太阳能集热器中水量。太阳能热水罐 2 中的热水用加热于淋浴用热水并为房间供暖，循环水泵 A18 与太阳能热水罐 2 相连为驱动太阳能热水罐 2 中的热水提供动力。三通换向阀 B14 通过管路将循环水泵 A18 和板式换热器 3 水侧入口管相连，三通换向阀 B14 与连接板式换热器 3、单向阀组 B17 共同作用实现供暖系统在太阳能单独供热和热泵太阳能复合供热两种运行方式间切换。循环水泵 B19 与淋浴水罐 4 用于为驱动淋浴热水提供动力。电磁阀 B25 的入口通过管道与淋浴水罐 4 中的加热盘管 5 的出口相连，电磁阀 B25 的出口通过管道与房间供暖设备入口相连，电磁阀 D27 的入口通过管路与房间供暖设备出口相连，其出口通过系统循环管路与三通换向阀 B15 的入口相连，电磁阀 B25 和电磁阀 D27 用来控制用户端供暖热水的水量，电磁阀 C26 用来控制淋浴供水的水量，电磁阀 H31 用于用户端房间供暖设备维修时排水使用。管线中的三通换向阀 C15 连接太阳能集热器 1 和太阳能热水罐 2 底部入口，其作用是将太阳能集热器短路，实现各工况下通过热泵系统单独供热的运行模式。

[0013] 太阳能热水罐 2 上安装有压力表 22 和安全减压阀 23，其作用分别是显示太阳能热水罐 2 中的压力和保证其中压力不超过热水罐安全压力。

[0014] 淋浴水罐 4 中放置有加热盘管 5，其上部设置有与自来水管相连的加水电磁阀 30

实现向罐中加水的功能；加热盘管5中通过来自太阳能热水罐2中的供暖用热水，通过加热盘管5的换热实现对淋浴水罐4中的水加热的作用；淋浴水罐4的底部设有排水阀33。

[0015] 所述低凝固点蓄能溶液塔系统包括低凝固点蓄能溶液塔8，补水箱9以及溶液循环泵20和溶液补水泵21；低凝固点蓄能溶液塔8通过溶液补水泵21与补水箱9相连，溶液补水泵21用以为低凝固点蓄能溶液塔8提供动力，补水过程的补水量通过电磁阀F29控制。补水箱9上方设置有与自来水管相连的加水电磁阀I32用于向补水箱9中加水。溶液循环泵20为驱动溶液在低凝固点蓄能溶液塔8和板式换热器7之间循环提供动力，电磁阀E28用来控制循环过程中溶液的水量。

附图说明

[0016] 图1；三热源无霜热泵系统结构图

[0017] 图2；系统太阳能独立供热运行方式图

[0018] 图3；系统太阳能、空气源热泵供热运行方式图

[0019] 图4；系统太阳能、热泵及低凝固点溶液塔供热运行方式图

[0020] 图5；系统空气源热泵独立供热运行方式图

[0021] 图6；系统热泵及低凝固点溶液塔供热运行方式图

[0022] 图中：1、太阳能集热器，2、太阳能热水罐，3、板式换热器，4、淋浴水罐，5、加热盘管，6、风冷蒸发器，7、板式换热器，8、低凝固点蓄能溶液塔，9、补水箱，10、压缩机，11、干燥过滤器，12、节流装置，13、三通换向阀A，14、三通换向阀B，15、三通换向阀C，16、单向阀组A，17、单向阀组B，18、循环水泵A，19、循环水泵B，20、循环水泵C，21、循环水泵D，22、压力表，23、安全减压阀，24、电磁阀A，25、电磁阀B，26、电磁阀C，27、电磁阀D，28、电磁阀E，29、电磁阀F，30、电磁阀G，31、电磁阀H，32、电磁阀I，33、排水阀。

具体实施方式

[0023] 本发明所述供暖供热水系统可以根据冬季不同的运行工况选择与之相适应的五中不同的运行方式，这五种不同的运行方式分别如图2至图6所示。

[0024] 本发明所述系统的太阳能独立供热运行方式如图2所示。在冬季日间太阳光充足的工况下采用太阳能独立供热的运行方式，此时供暖用循环水在太阳能集热器1中吸收太阳的热量被加热后进入太阳能热水罐2，在循环水泵A18的驱动下流经三通换向阀B14，三通换向阀B14采用电子控制方式，此时其左侧通路关闭下侧通路开启，热水不流经板式换热器3直接通过单向阀组B17进入位于淋浴水罐4中的加热盘管5，所述加热盘管5采用铜质盘管，热水流过加热盘管5不断加热淋浴水罐4中淋浴用水，知道加热盘管5中水温与淋浴水罐4水温达到相同温度。热水流出加热盘管5后进入用户房间进行房间供暖，暖热水的水量通过电磁阀B25和电磁阀D27控制。流出用户房间的供暖热水通过三通换向阀C15重新进入太阳能集热器1完成一次循环。

[0025] 本发明所述系统的太阳能、空气源热泵供热运行方式如图3所示。在冬季日间太阳光不充足，外界环境温度不低于-5℃的工况下可以采用太阳能、空气源热泵供热的运行方式，此时供暖用循环水在太阳能集热器1中吸收太阳的热量被加热后进入太阳能热水罐2，在循环水泵A18的驱动下流经三通换向阀B14，三通换向阀B14采用电子控制方式，此时

其左侧通路开启下侧通路关闭，热水流经板式换热器 3 与热泵系统进行换热，板式换热器 3 相当于热泵系统冷凝器，制冷剂在其中冷凝放热补充太阳能系统由于阳光不足不能满足的供热量，经过板式换热器 3 补充热量的供暖热水通过单向阀组 B17 进入位于淋浴水罐 4 中的加热盘管 5，之后经过同太阳能独立供热的运行方式相同的流程重新流入太阳能集热器 1 中，完成一次循环。

[0026] 进一步本发明所述系统在此运行模式中的热泵系统中三通换向阀 A13 的上侧通路开启下侧通路关闭，在板式换热器 3 中冷凝的制冷剂节流后不流经板式换热器 7，而是流入风冷蒸发器 6 并从外界环境中吸收热量流经单向阀组 A16 后经过压缩机 10 压缩后流入板式换热器 3 加热供暖热水。

[0027] 本发明所述系统的太阳能、热泵及低凝固点溶液塔供热运行方式如图 4 所示。在冬季日间太阳光不充足，外界环境温度低于 -5℃的工况下可以采用这种运行方式，此时供暖用循环水在太阳能集热器 1 中吸收太阳的热量被加热后进入太阳能热水罐 2，在循环水泵 A18 的驱动下流经三通换向阀 B14，此时其左侧通路开启下侧通路关闭，热水流经板式换热器 3 与热泵系统进行换热补充太阳能系统由于阳光不足不能满足的供热量，经过板式换热器 3 补充热量的供暖热水通过单向阀组 B17 进入位于淋浴水罐 4 中的加热盘管 5，之后经过同太阳能独立供热的运行方式相同的流程重新流入太阳能集热器 1 中，完成一次循环。

[0028] 进一步本发明所述系统在此运行模式中的热泵系统通过板式换热器 7 从低凝固点蓄能溶液塔中吸热，以避免外界环境温度过低造成的蒸发器结霜问题，此时三通换向阀 A13 的上侧通路关闭下侧通路开启，在板式换热器 3 中冷凝的制冷剂节流后流经板式换热器 7，并从其中循环的溶液中吸收热量后流经单向阀组 A16 后经过压缩机 10 压缩后流入板式换热器 3 加热供暖热水。

[0029] 进一步本发明所述系统在此运行模式中低凝固点溶液塔能源系统通过板式换热器 7 向系统提供补充热量。低凝固点溶液塔能源系统的循环通过溶液循环泵 C20 驱动，通过电磁阀 E28 来控制通过板式换热器 7 的溶液循环量，溶液通过低凝固点蓄能溶液塔 8 顶部喷淋吸收空气中的热量，由于溶液的冻点很低因此可在室外环境温度很低的工况下集热，利用低凝固点蓄能溶液塔系统实现了系统在低温工况下的高效供暖。

[0030] 本发明所述系统的空气源热泵独立供热运行方式如图 5 所示。在冬季夜间没有太阳光，室外温度大于 -5℃的工况下采用这种运行方式，此时供暖用循环水的循环方式基本与图 3 所示的太阳能、空气源热泵供热运行方式相同，其不同点在于流出用户房间的供暖热水进入三通换向阀 C15，此时三通换向阀 C15 上侧通路关闭右侧通路开启，供暖热水不留回太阳能集热器 1 直接进入太阳能热水罐 2 完成循环，以避免夜间热水流经太阳能集热器 1 造成热量损失。

[0031] 本发明所述系统的系统热泵及低凝固点溶液塔独立供热运行方式如图 6 所示。在冬季夜间没有太阳光，室外温度小于 -5℃的工况下采用这种运行方式，此时供暖用循环水的循环方式基本与图 4 所示的太阳能、热泵及低凝固点溶液塔供热运行方式相同，其不同点在于流出用户房间的供暖热水进入三通换向阀 C15，此时三通换向阀 C15 上侧通路关闭右侧通路开启，供暖热水不留回太阳能集热器 1 直接进入太阳能热水罐 2 完成循环，以避免夜间热水流经太阳能集热器 1 造成热量损失。

[0032] 进一步本发明中所述低凝固点溶液塔能源塔系统中的连接管路采用塑料 PVC 材

料制成，以防止其中溶液对管路的腐蚀。

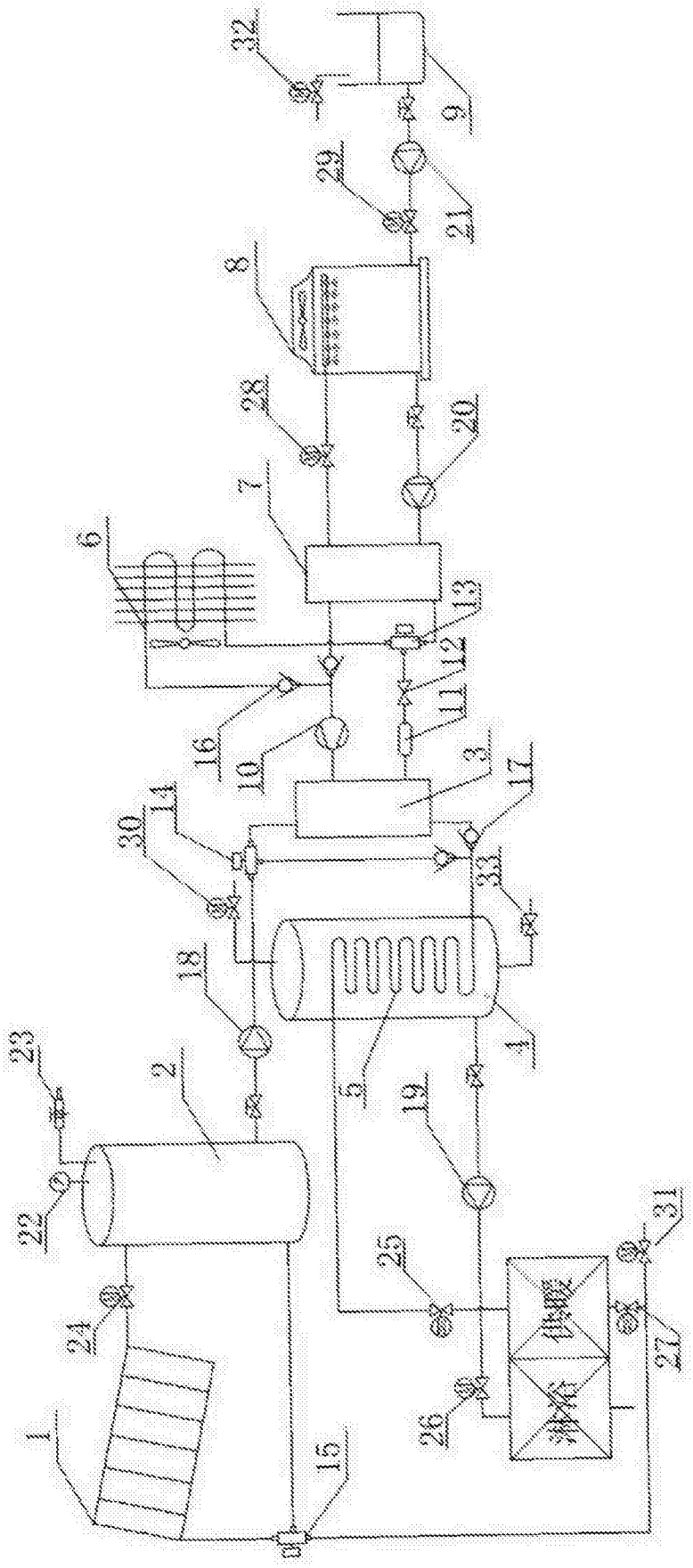

32
9
29
21
8
28
20
7
6
13
12
11
16
10
3
17
30
14
33
18
1
5
19
2
23
22
25
31
24
27
26
15

图 1

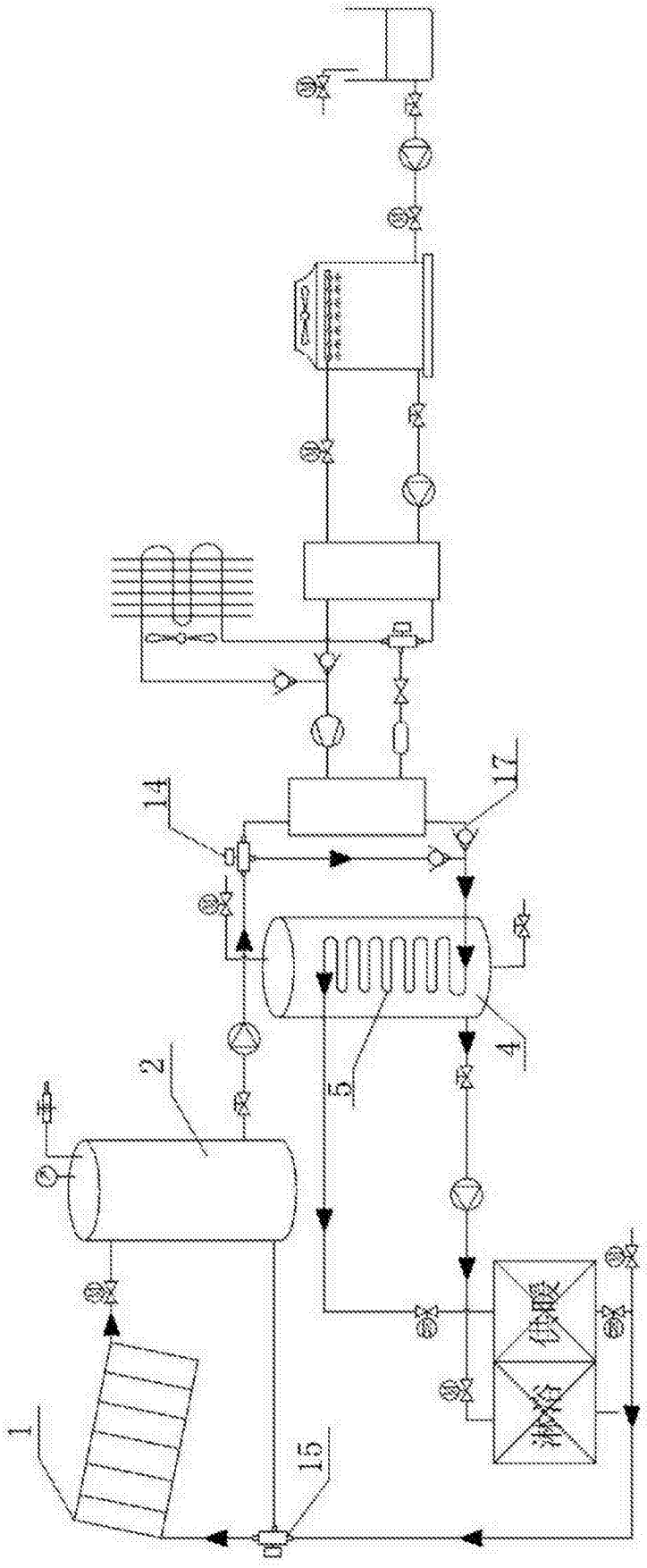


图 2

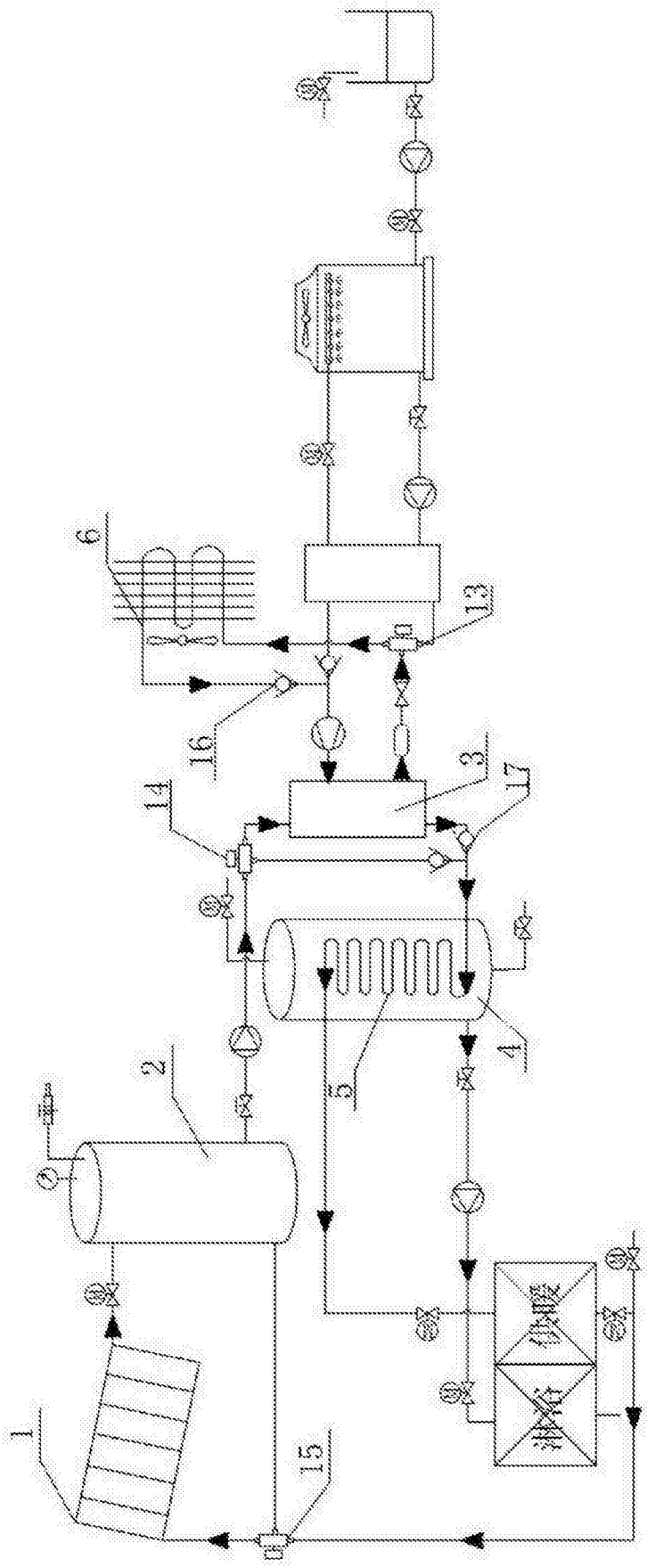


图 3

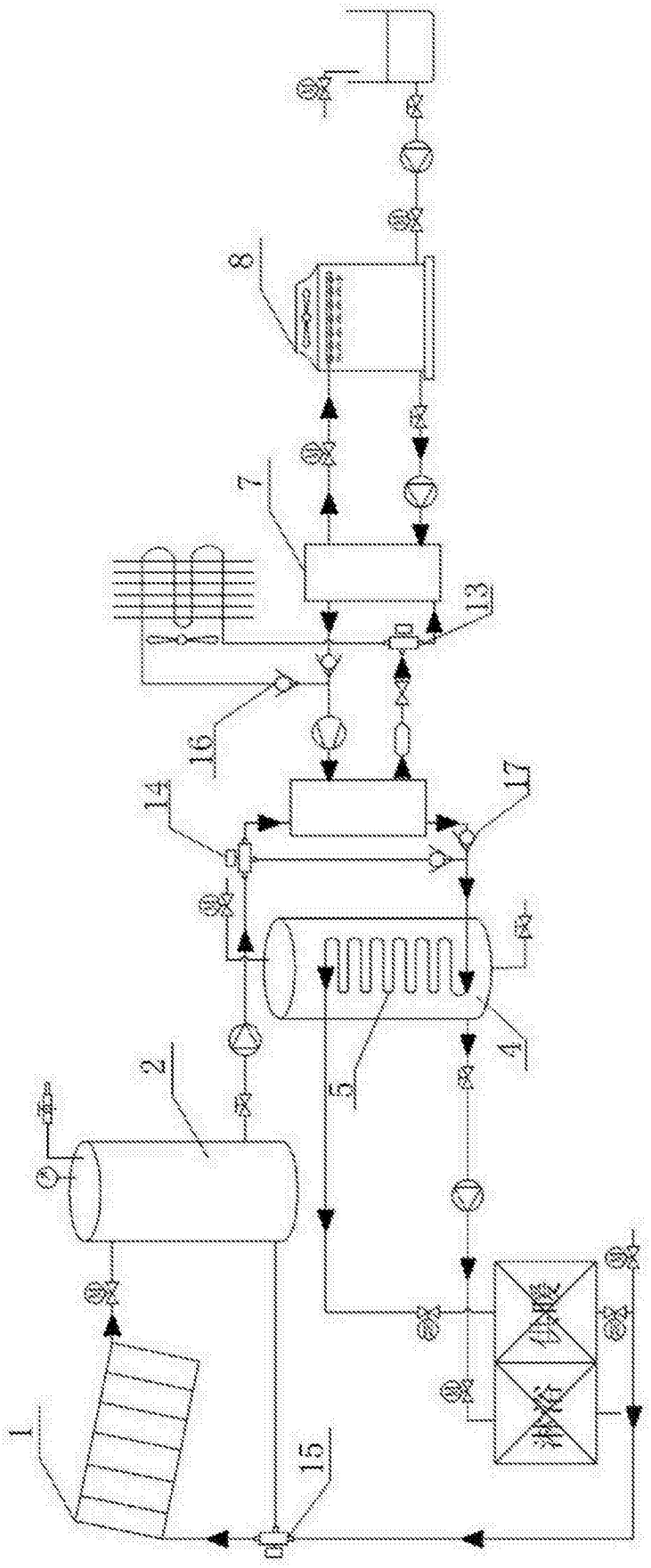


图 4

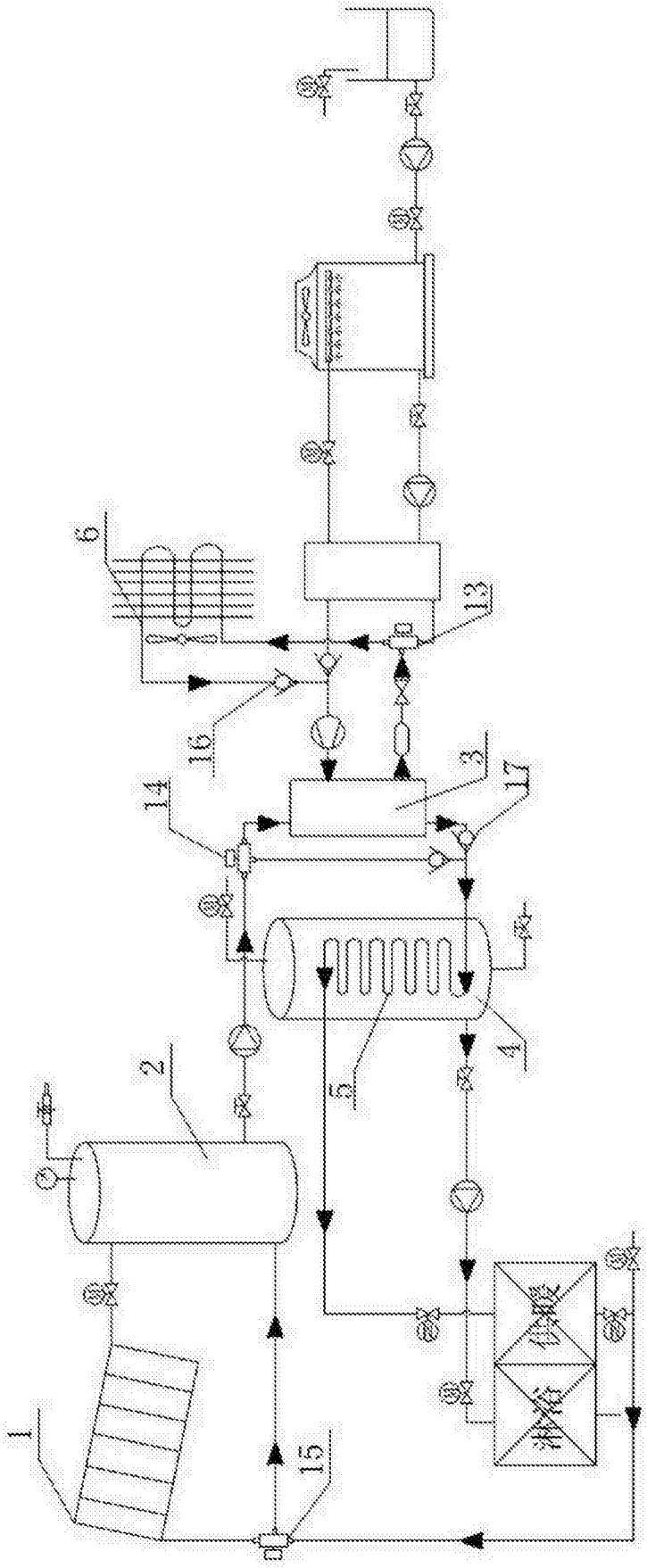


图 5

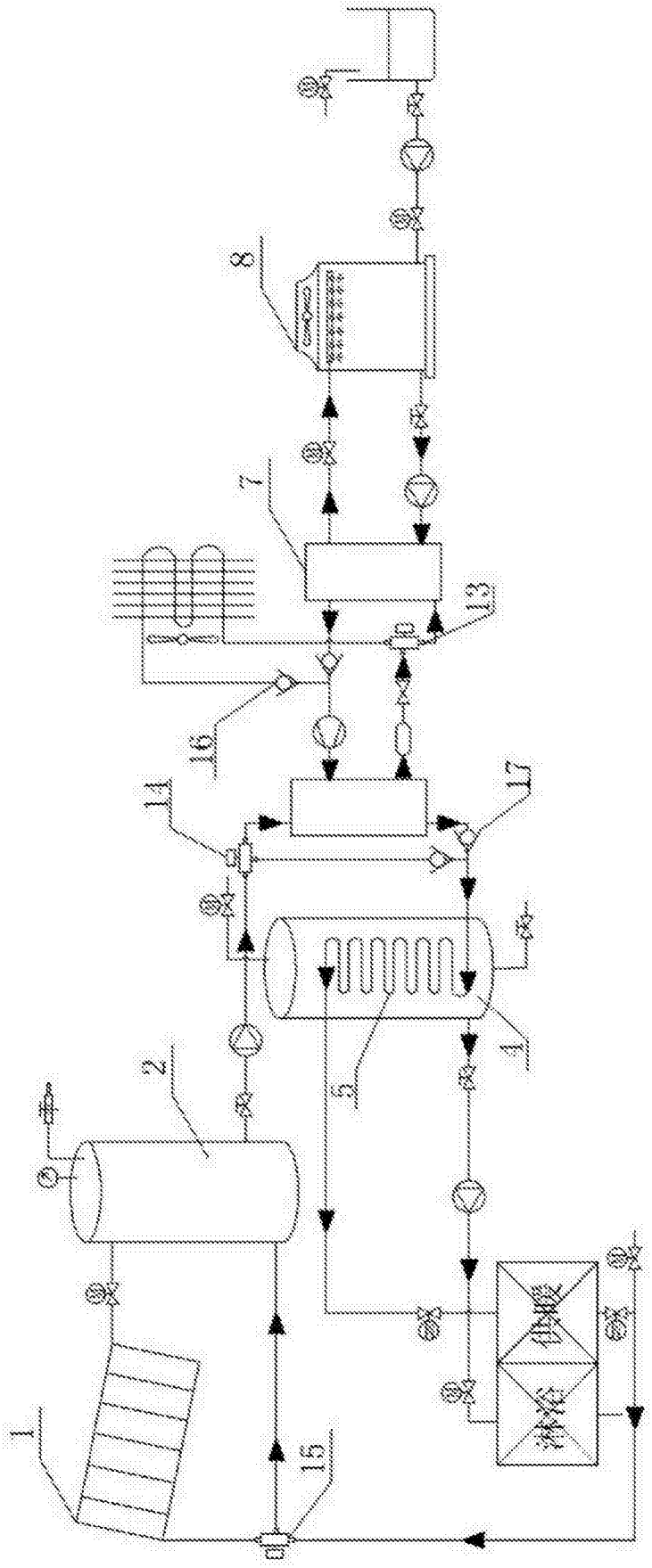


图 6